



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 838 304 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.04.1998 Patentblatt 1998/18

(51) Int. Cl.⁶: **B23Q 5/32**, **B23Q 17/22**,
G05B 19/416

(21) Anmeldenummer: **97122729.3**

(22) Anmeldetag: **14.11.1994**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **23.11.1993 DE 4339770**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
95900733.7 / 0 730 510

(71) Anmelder: **JOHANNES LÜBBERING AG**
6301 Zug (CH)

(72) Erfinder: **Lübbering, Johannes**
33442 Herzbrock (DE)

(74) Vertreter:
Elbertzhagen, Otto et al
Patentanwälte Thielking & Elbertzhagen
Gadderbaumer Strasse 20
33602 Bielefeld (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 23 - 12 - 1997 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Kode 62
erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Mobiles Präzisions-Bohrgerät**

(57) Ein mobiles Bohrgerät der beanspruchten Art wird an einer Bohrstelle von großen Werkstücken festgelegt und dient für Präzisions-Bohrarbeiten mittels eines Werkzeugs. Es hat eine Werkzeugspindel (1) mit einer entsprechenden Werkzeugaufnahme (2) sowie einen Drehantrieb (15) und einen separaten Vorschubantrieb (25) zur axialen Verschiebung der Werkzeugspindel. Um den Arbeitsweg des Werkzeugs exakt bestimmen zu können, wird der Vorschubantrieb in Abhängigkeit von dem axialen Vorschubweg mittels eines Rechners geregelt und ist ein Meßsystem (24) zur Erfassung des Vorschubweges vorhanden, welches einen Tiefensensor (30) aufweist. Der Tiefensensor ist mit einer axial verschieblichen Tastrase (28) verbunden, die achsparallel zum Werkzeug angeordnet und auf das Werkstück zur Ermittlung eines Referenzsignals für den Abstand des Werkzeuges vom Randbereich der zu bearbeitenden Bohrung am Werkstück aufsetzbar.

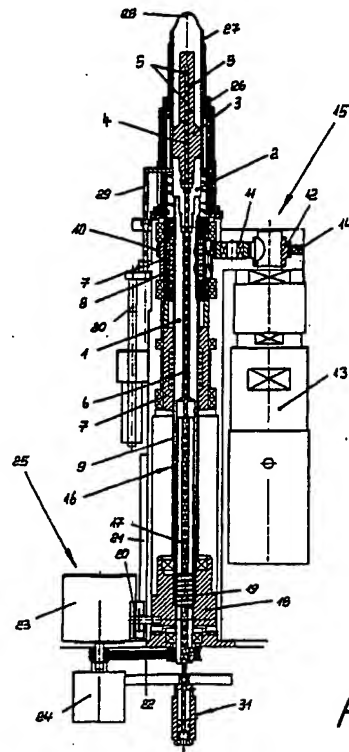


Fig.1

EP 0 838 304 A2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein mobiles Bohrgerät der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 näher bezeichneten Art.

Ein solches Bohrgerät wird bei allen Präzisions-Bohrarbeiten eingesetzt, bei denen die Werkstücke eine solche Größe haben, daß sie nicht auf stationären Bohrmaschinen bearbeitet werden können. Ein bevorzugter Anwendungsbereich dieser Bohrgeräte findet sich in der Luftfahrtindustrie, um beispielsweise im Flugzeugbau diejenigen Bohrungen zu bearbeiten, die für die Verbindung zwischen einem Flugzeugrumpf und den Tragflächen vorzusehen sind. Das jeweilige Bohrgerät wird entweder an einer Hilfsvorrichtung fest angebracht oder im variablen Einsatz in Verriegelungsbuchsen, in Schablonen oder in ähnliche Aufnahmevorrichtungen eingesetzt. Eine besonders exakte Bearbeitungsgenauigkeit derartiger Bohrgeräte wird beim Aufreiben vorgebrachter Bohrungen verlangt, wofür konische Reibwerkzeuge mit einem konischen Ansatz verwendet werden.

Ein Bohrgerät der genannten Art ist aus der US-A-4,688,970 bekannt. Dieses Bohrgerät hat einen Antriebsmotor zum Drehen der Werkzeugspindel und zusätzlich einen Vorschubantrieb, der den Vorschub der Werkzeugspindel zum Werkstück hin und von dort zurück besorgt. An der Werkzeugspindel sitzen Sensoren, um zu überwachen, daß das Bohrgerät über den Arbeitsweg hinweg bestimmte Arbeitsdaten einhält, insbesondere mit dem Werkzeug die vorbestimmte Bohrtiefe erreicht wird, wonach dann wieder das Werkzeug aus dem Bohrloch zurückgezogen wird. Hilfsmittel zur Erfassung der Werkstückoberseite, um von da ab die Eindringtiefe des Werkzeugs in das Werkstück vorgeben zu können, sind bei dem bekannten Gerät nicht vorhanden. Gleiches gilt für das aus der DE 40 19 515 A1 bekannte Bohrgerät, das ebenfalls an ein Werkstück ansetzbar ist. Dort handelt es sich jedoch um eine insgesamt gegenüber einer Vorschubeinheit verschiebbare Bohreinheit, insoweit hat man es hier mit einem gattungsfremden Bohrgerät zu tun.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Präzisions-Bohrgerät der gattungsbildenden Art zu schaffen, bei dem der Arbeitsweg des Werkzeugs exakt bestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem mobilen Bohrgerät der gattungsgemäßen Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Für die Erfindung ist die exakte Bestimmung der augenblicklichen Position des Werkzeugs wesentlich, wozu das Meßsystem zur Erfassung des Vorschubweges dient. In Abhängigkeit von einem Referenzpunkt wird die jeweilige Lage der Werkzeugspindel in axialer Richtung bestimmt, wofür eine sogenannte absolute Wegmessung vorgesehen ist. Zu diesem Wegmeßsystem gehört die Tastnase, welche auf die Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks in unmittelbarer

Nähe des Werkzeugeingriffs aufgesetzt wird und einen Referenzpunkt festlegt. Ferner kann man in den Rechner des Gerätes die Daten des jeweils eingesetzten Werkzeuges eingeben und so den jeweils in Betracht kommenden Arbeitshub festlegen, um beispielsweise zum Ende einer Feinbohrung hin mit einem geringeren Vorschub exakt fahren zu können.

Das Meßsystem für den Vorschubweg ermöglicht es weiterhin, bis zum Eingriff des Werkzeugs mit der höchstmöglichen Vorschubgeschwindigkeit des separat ausgebildeten Vorschubantriebs zu fahren, was die gesamte Bearbeitungsdauer erheblich verkürzt, so daß das Bearbeitungsspiel nur noch ein Drittel der Zeit herkömmlicher Maschinen beträgt.

Das Meßsystem zur Bestimmung des Vorschubweges erlaubt es ferner, die Verschleißgrenze des Werkzeugs festzustellen, indem zum Beispiel im Rechner Vergleichswerte abgespeichert werden und die Abweichung von diesen Referenzwerten ermittelt wird. Ferner schafft die Erfassung des Vorschub- bzw. Arbeitsweges des Werkzeugs die Möglichkeit, auch während des Bearbeitungsvorganges das Werkzeug vorübergehend zurückzuziehen, damit beispielsweise problematische Späne aus dem Bohrloch herausgebracht werden können.

Der Rechner des Bohrgerätes dient zur Auswertung aller Daten und zur Steuerung der Funktionen und Arbeitsabläufe. Ebenso ist an dem Bohrgerät ein Speicherchip vorgesehen, der die individuellen Daten der Maschine und des eingesetzten Werkzeugs trägt, die bei Überholung oder bei einem Neueinsatz des Gerätes aufgeprägt werden. Jeweils zu Beginn eines Einsatzes werden diese Daten abgefragt, an den Rechner gegeben und darin ausgewertet, damit der Arbeitsweg und die Schmiermittelzufuhr bestimmt werden können. Auf diese Weise können auch die Wartungsdaten des Bohrgerätes und des Werkzeuges vorgegeben werden, damit die Verschleißgrenze nicht überschritten wird. Über eine Datenschnittstelle kann das Bohrgerät mit einem weiteren Bohrgerät und/oder einem zentralen Rechner vernetzt werden, um eine zentrale Überwachung und Auswertung der Arbeitsdaten der Maschinen und Werkzeuge zu ermöglichen.

Ein vorteilhaftes Ausgestaltungsmerkmal der Erfindung ergibt sich aus dem Unteranspruch.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel noch näher erläutert, dabei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Ansicht eines mobilen Bohrgerätes teilweise im Längsschnitt,
- Fig. 2 eine vergrößerte Wiedergabe des vorderen Bereichs des Vorgerätes gem. Fig. 1 und
- Fig. 3 eine vergrößerte Wiedergabe des rückwärtigen Bereichs des Bohrgerätes gem. Fig. 1.

Im einzelnen erkennt man in den Figuren 1 und 2 eine in einem nicht näher bezeichneten Maschinengestell gelagerte Werkzeugspindel 1, die an ihrem vorderen Ende eine Werkzeugaufnahme 2 hat. Darin ist ein Bohr- oder Reibwerkzeug 3 eingesetzt, welches einen Axialkanal 4 für die Zuführung eines Schmiermittels zu den Werkzeugschneiden aufweist. An den Axialkanal 4 schließen deshalb Querbohrungen 5 an, die über die gesamte Länge des Schneidbereichs des Werkzeugs 3 angeordnet sind. Die Zuleitung des Schmiermittels zu dem Werkzeug 3 hin erfolgt durch die Werkzeugspindel 1 hindurch, die dazu einen Axialkanal 6 hat, der sich in axialer Richtung weiter bis zum hinteren Ende der Maschine erstreckt.

Um den Vorschub des Werkzeugs 3 beim Bearbeitungsvorgang zu besorgen, ist die Werkzeugspindel 1 in ihrer Achsrichtung verschieblich gelagert. Dazu dienen zwei im Maschinengestell drehbar gelagerte Buchsen 7, die im Innern achsparallele Längsnuten haben, in denen Kugeln 8 angeordnet sind. Diese Kugeln 8 greifen in achsparallele Längsnuten 9 der Werkzeugspindel 1 ein, so daß die Werkzeugspindel 1 sich mit den drehbar gelagerten Buchsen 7 drehen und unabhängig davon gegenüber den Buchsen 7 in axialer Richtung verschoben werden kann. Um möglichst ein radiales Spiel der Werkzeugspindel 1 zu vermeiden, sind die Buchsen 7 mit dem größtmöglichen Abstand zueinander angeordnet. So liegt in der zurückgezogenen Endlage der Werkzeugspindel 1 die Werkzeugaufnahme 2 unmittelbar am Austrittsende der vorderen Buchse 7 bezogen auf die Vorschubrichtung. Gleichermäßen liegt das rückwärtige Ende der Werkzeugspindel 1 in der vorgeschobenen Endlage unmittelbar am Eintrittsende der hinteren Buchse 7.

Die Werkzeugspindel 1 wird durch einen Drehantrieb 15 in Rotation versetzt, zu dem ein Zahnkranz 10 gehört, der auf der äußeren Umfangsseite der vorderen Buchse 7 sitzt. Über ein Zahnradgetriebe 11 steht dieser Zahnkranz 10 auf der Buchse 7 mit einem Abtriebsrad 12 eines Motors 13 in Verbindung, der zur Werkzeugspindel 1 achsparallel angeordnet ist. Bei dem Motor 13 kann es sich um einen Druckluftmotor handeln, der bei kleiner Baugröße eine relativ hohe Leistung hat.

Der Motor 13 wird im Lastfall mit einer vorgegebenen Drehzahl gefahren, damit auch die Werkzeugspindel 1 und somit das Werkzeug 3 auf einer bestimmten Drehzahl gehalten werden. Der Motor 13 kann somit im günstigsten Leistungsbereich betrieben werden, wobei er selbst nicht nachgesteuert oder -geregelt werden soll. Vielmehr wird lediglich die Drehzahl des Drehantriebs 15 erfaßt, dazu sitzt an einer geeigneten Stelle im Drehantrieb 15 ein Drehzahlmesser 14. Das drehzahlabhängige Signal des Drehzahlmessers 14 wird in einen Rechner gegeben, der danach die Vorschubgeschwindigkeit für die Werkzeugspindel 1 bestimmt. Solange die Drehzahl des Drehantriebs 15 beispielsweise beim Beginn eines Bearbeitungsspiels noch nicht

bis auf die optimale Lastdrehzahl abgefallen ist, kann mit einem erhöhten Vorschub gefahren werden, der mechanisch von der Drehzahl des Drehantriebs 15 völlig entkoppelt ist. Anstelle eines Druckluftmotors kann für den Motor 13 auch ein Elektromotor eingesetzt werden, der zusätzlich die Möglichkeit bietet, mit einem vorgegebenen Lastmoment betrieben zu werden, das über die Stromaufnahme des Elektromotors ermittelt werden kann.

Der Rechner steuert einen Vorschubantrieb 25, und zwar derart, daß bei den Leerwegen, über die hinweg das Werkzeug 3 nicht im Materialeingriff steht, mit maximaler Vorschubgeschwindigkeit gefahren wird, was sowohl für den Beginn eines Arbeitsspiels wie auch für den Rückzug des Werkzeugs gilt. Im übrigen wird der Vorschubantrieb 25 so geregelt, daß optimale Schnittbedingungen unter Berücksichtigung der günstigsten Lastdrehzahl des Motors 13 eingehalten werden. Hierbei wird zusätzlich noch zwischen einer normalen Bearbeitung und einer Feinbearbeitung unterschieden, wobei im letzteren Falle mit hoher Drehzahl und geringem Vorschub gearbeitet wird.

Wie die Figuren 1 und 3 veranschaulichen, gehört zu dem Vorschubantrieb 25 eine drehbar gelagerte Gewindespindel 17, die in axialer Richtung nicht verschiebbar ist. Die Gewindespindel 17 greift in einen hohlen Abschnitt 16 im rückwärtigen Endbereich der Werkzeugspindel 1 ein. Auf der Gewindespindel 17 ist eine Mutter 18 derart angeordnet, daß sie in Drehrichtung festliegt, wozu ein Schlitten 20 dient, der auf einer achsparallelen Führung 21 des Maschinengestells geführt ist. Diese Führung 21 erstreckt sich über einen axialen Verschieberegion der Mutter 18, der sich mit dem gesamten Vorschubweg der Werkzeugspindel 1 deckt. Die Werkzeugspindel 1 ist mit ihrem rückwärtigen Ende des hohlen Abschnitts 16 in der Mutter 18 drehbar gelagert, jedoch in Achsrichtung mit der verschieblichen Mutter 18 fest verbunden. Mittels Umlaufkugeln 19, die sowohl in das Gewinde der Gewindespindel 17 als auch in ein Gegengewinde der Mutter 18 eingreifen, wird bei Drehung der Gewindespindel 17 die axiale Verschiebung der Mutter 18 und damit der Vorschub der Werkzeugspindel 1 bewirkt. Der Rotationsantrieb der Gewindespindel 17 erfolgt über ein Riemengetriebe 22 durch einen Vorschubmotor 23, bei dem es sich um einen Schrittmotor handeln kann.

Der Riementrieb 22 treibt ferner ein Meßsystem 24 an, das vornehmlich aus einem inkrementalen Drehgeber besteht. Über die von dem Drehgeber gelieferten Signale kann exakt der Vorschubweg der Werkzeugspindel 1 ermittelt werden, womit eine absolute Wegmessung möglich ist. Das Meßsystem 24 ist entsprechend mit dem Rechner der Maschine verbunden, um für die vorausbestimmbaren Leerwege sowie die Wege der Bearbeitung und der Feinbearbeitung über den Vorschubantrieb 25 den Vorschub des Werkzeugs 3 zu steuern und gegebenenfalls in Abhängigkeit von der über den Drehzahlmesser 14 erfaßbaren Dreh-

zahl der Werkzeugspindel 1 nachzuregeln.

Wie Fig. 1 weiter zeigt weist das Meßsystem 24 zur Erfassung des Vorschubweges einen Tiefensensor 30 auf, der über ein Gestänge 29 mit einem Tastrohr 27 verbunden ist, welches in einer das Werkzeug 3 in seiner zurückgezogenen Endlage umgebenden Hülse 26 angeordnet ist. Auch das Tastrohr 27 umgibt das Werkzeug 3 und hat eine Tastnase 28, die auf das Material des jeweiligen Werkstücks im Randbereich der zu bearbeitenden Bohrung aufsetzbar ist. Da der Abstand zwischen dem Werkzeug und dem Tastende der Tastnase 28 in deren voll ausgefahrener Position bekannt ist, kann über den Eindrückweg der aufsitzenden Tastnase 28 bei angesetztem Bohrgerät über den Tastsensor 30 ein Referenzsignal für den Werkzeugabstand in der Ausgangslage ermittelt werden. Insbesondere ist damit die Festlegung eines Nullpunktes für die Steuerung oder Regelung des Rechners im Zusammenspiel mit dem Meßsystem 24 möglich.

Patentansprüche

1. Mobiles Bohrgerät zum Festlegen an einer Bohr-
stelle von großen Werkstücken für Präzisions-Bohr-
arbeiten mittels eines Werkzeugs mit einer
Werkzeugspindel mit einer entsprechenden Werk-
zeugaufnahme und mit einem Drehantrieb sowie
einem separaten Vorschubantrieb zur axialen Ver-
schiebung der Werkzeugspindel,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Vorschubantrieb (25) in Abhängigkeit von
dem axialen Vorschubweg mittels eines Rechners
geregelt und ein Meßsystem (24) zur Erfassung
des Vorschubweges vorhanden ist, welches einen
Tiefensensor (30) aufweist, der mit einer axial ver-
schieblichen Tastnase (28) verbunden ist, die achs-
parallel zum Werkzeug (3) angeordnet und auf das
Werkstück zur Ermittlung eines Referenzsignals für
den Abstand des Werkzeuges vom Randbereich
der zu bearbeitenden Bohrung am Werkstück auf-
setzbar ist.
2. Bohrgerät nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Vorschubantrieb (25) eine drehbar gela-
gerte Gewindespindel (27) und eine in Drehrich-
tung feste, in Axialrichtung verschiebbliche Mutter
(18) auf der Gewindespindel (17) aufweist und
diese Mutter (18) mit der Werkzeugspindel (1) ver-
bunden ist, wobei die Gewindespindel (17) mit
einem inkrementalen Drehgeber (24) als Meßsys-
tem zur Erfassung des Vorschubweges verbunden
ist.

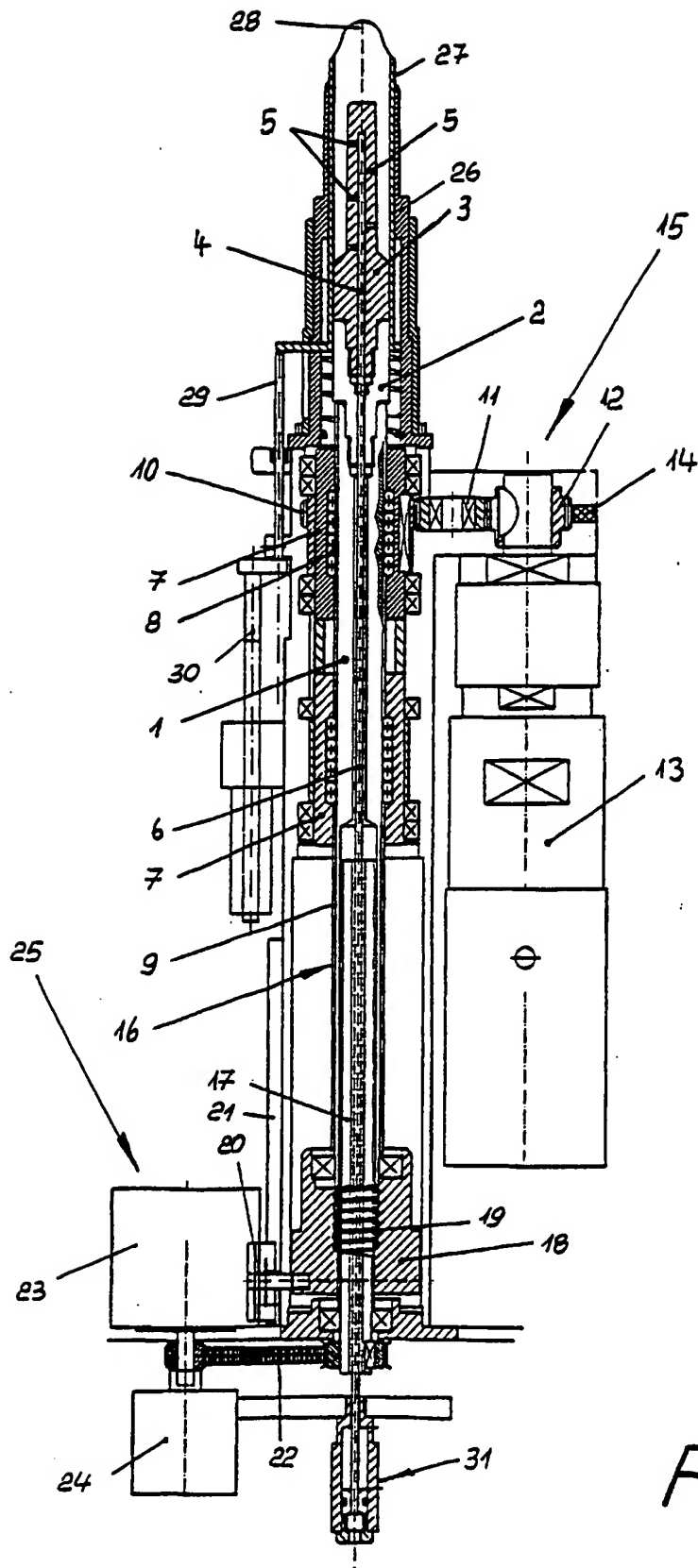
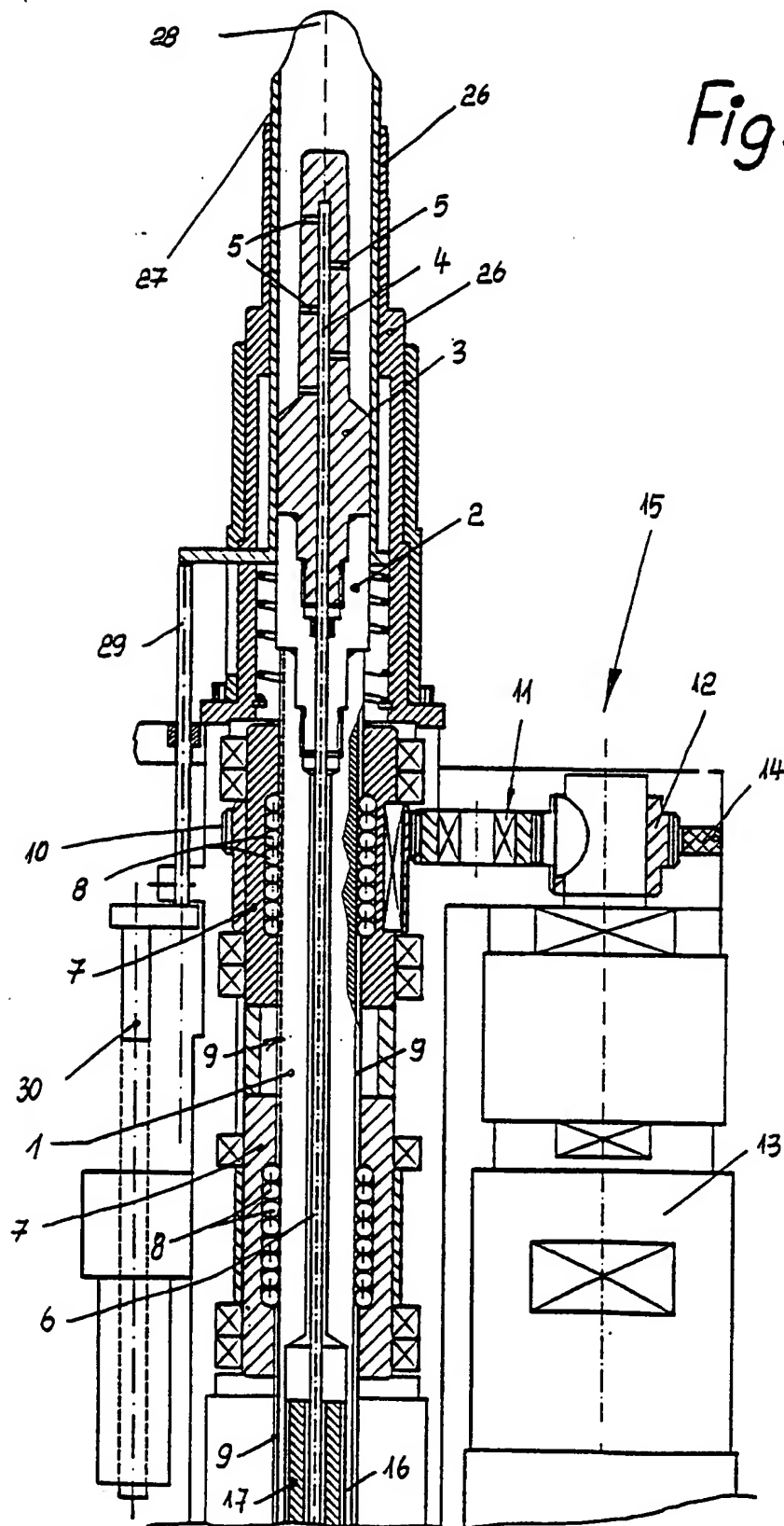


Fig.1

Fig.2



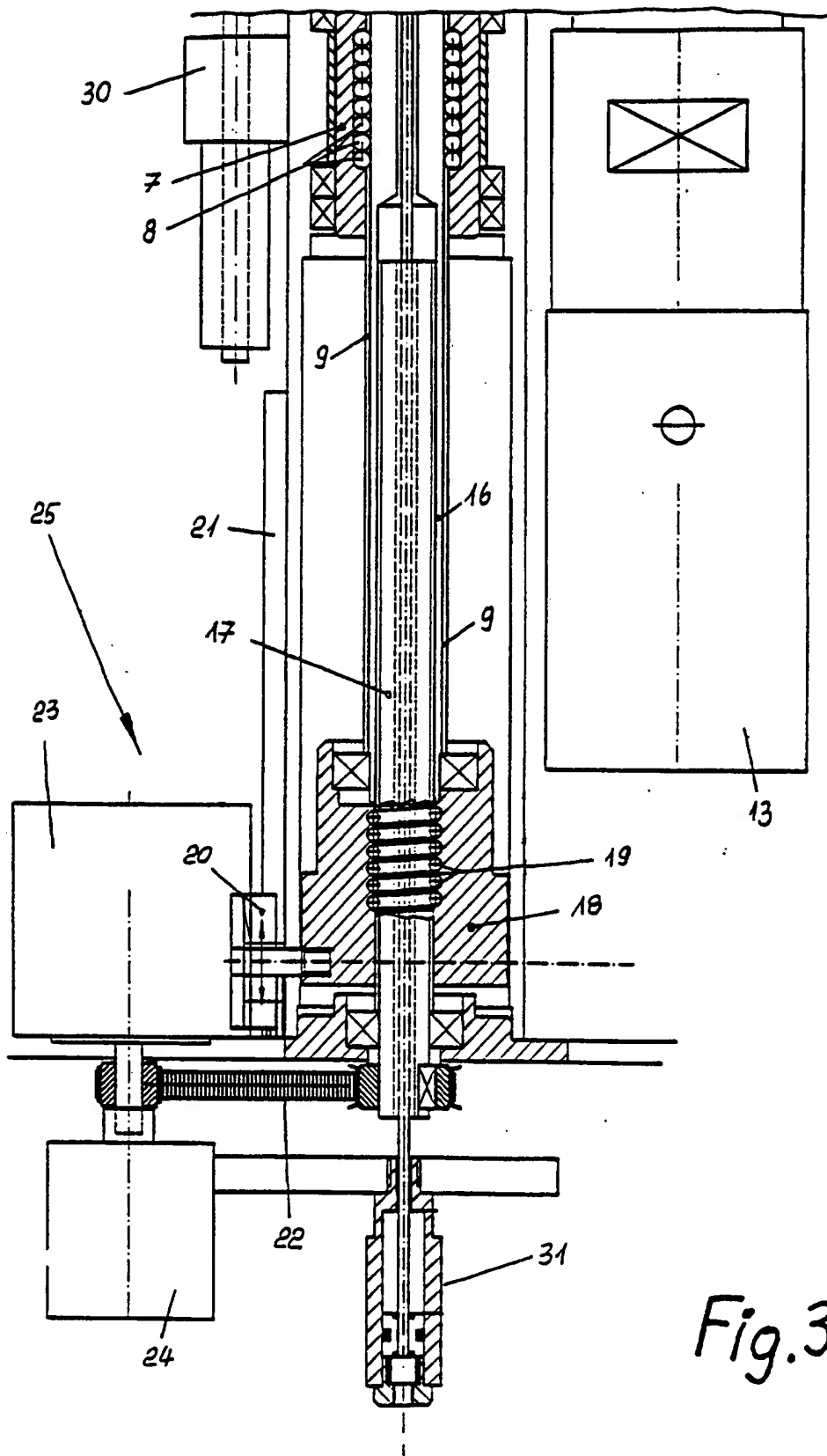


Fig. 3